

SESSION 2008

B.T.S. GÉNIE OPTIQUE

Épreuve U41 : électronique – informatique industrielle

Durée : 1 h 30

Ce sujet comporte **quatre parties indépendantes**.

Répartition du temps :

Il est conseillé de répartir votre temps de la manière suivante :

- Lecture du sujet : 10 minutes
- Partie 1 : 30 minutes
- Partie 2 : 20 minutes
- Partie 3 : 15 minutes
- Partie 4 : 15 minutes

Documents :

- Texte du sujet : pages 1/8 à 6/8
- Documents constructeurs page 7/8
- Documents réponses : page 8/8

Calculatrice autorisée
Aucun document autorisé

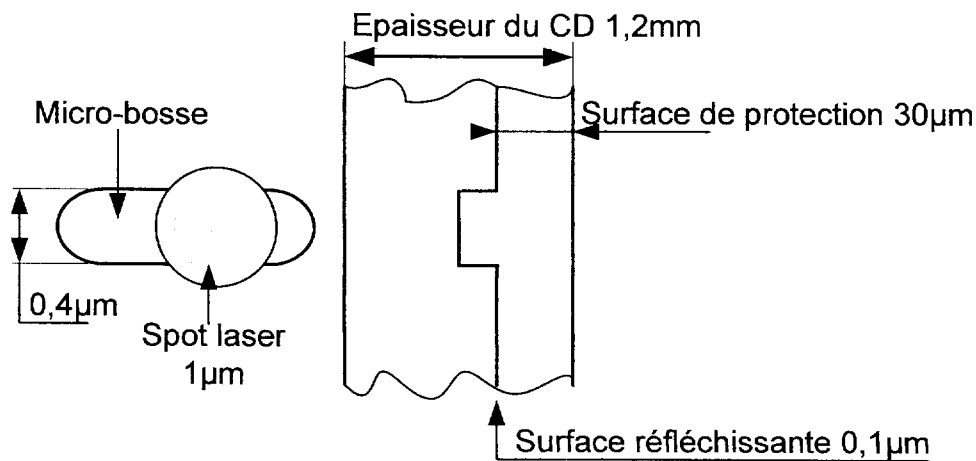
DISPOSITIF DE LECTURE / ÉCRITURE D'INFORMATIONS SUR SUPPORTS OPTIQUES

A. PRÉSENTATION

Au sein d'un dispositif de lecture/écriture optique utilisant un laser, les informations binaires sont lues ou écrites sur le support, traitées numériquement, puis peuvent être soit stockées, soit converties en grandeurs analogiques.

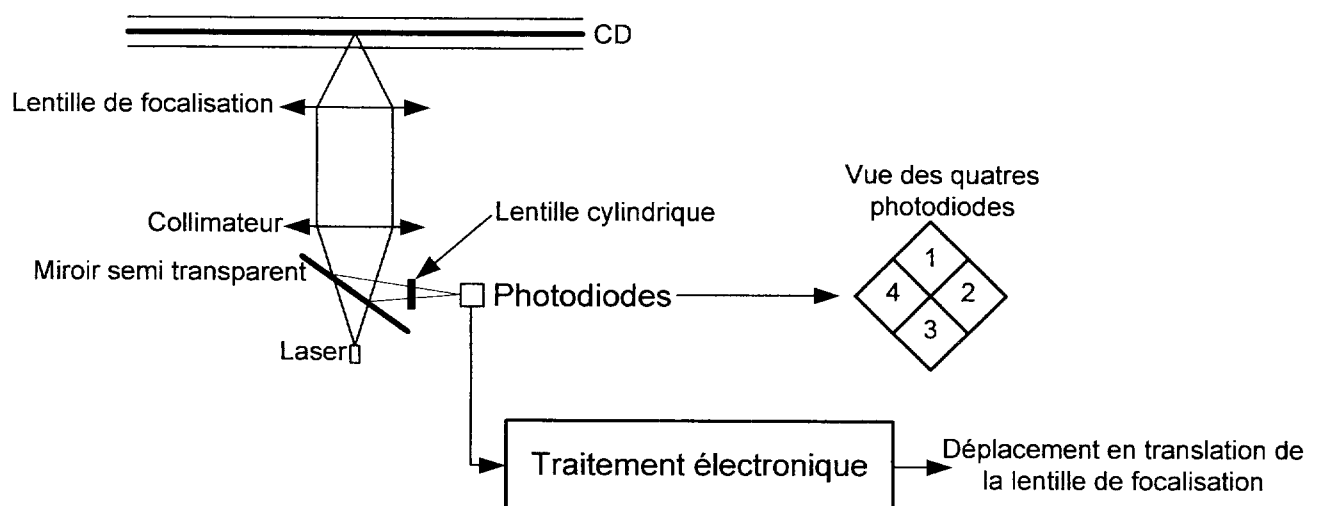
A.1. Description du système de focalisation :

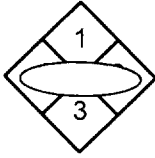
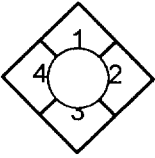
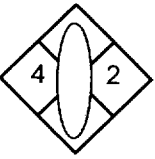
Le système de focalisation du faisceau laser, permet la lecture et l'écriture d'informations sur un support de type CD (compact disc) ou DVD (digital vidéo disc). Par exemple pour les CD, le spot laser devra avoir un diamètre inférieur à $1,7\mu\text{m}$. Le flux lumineux réfléchi sur le micro bosses sera minimum, par contre il sera maximum sur la surface réfléchissante.



Il faudra donc établir le chemin optique une fois le CD positionné, et assurer la focalisation pendant tout le temps de lecture ou d'écriture. Une solution consiste à utiliser une lentille cylindrique et une cible de quatre photodiodes. L'éclairement de ces quatre photo détecteurs dépend de la qualité de la focalisation.

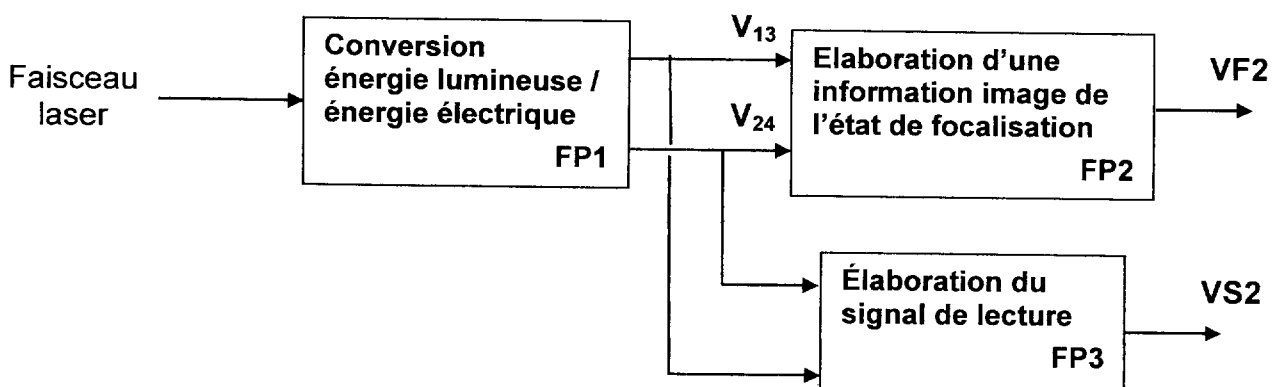
A.2. Schéma de principe :



| Forme du faisceau sur les photodiodes | Eclairement sur les quatre photodiodes |
|---|---|
|  | La lentille de focalisation est trop basse. Le faisceau émergeant de la lentille cylindrique est elliptique et éclaire plus fortement les photodiodes 2 et 4 (flux lumineux reçu Φ_c). Les photodiodes 1 et 3 reçoivent un flux lumineux plus faible Φ_a . |
|  | Bonne position de la lentille de focalisation. Le faisceau émergeant de la lentille cylindrique est circulaire et l'éclairement est également réparti sur les quatre photodiodes (flux lumineux reçu Φ_b). |
|  | La lentille de focalisation est trop haute. Le faisceau émergeant de la lentille cylindrique est elliptique et éclaire plus fortement les photodiodes 1 et 3 (flux lumineux reçu Φ_c). Les photodiodes 2 et 4 reçoivent le flux lumineux plus faible Φ_a . |

A.3. Schéma fonctionnel partiel :

Pour les besoins de l'étude le schéma fonctionnel se composera seulement des éléments nécessaires à l'élaboration des signaux VF2 et VS2. Le système exploitera ces signaux pour asservir la position de la lentille de focalisation et décoder le signal de lecture numérique.

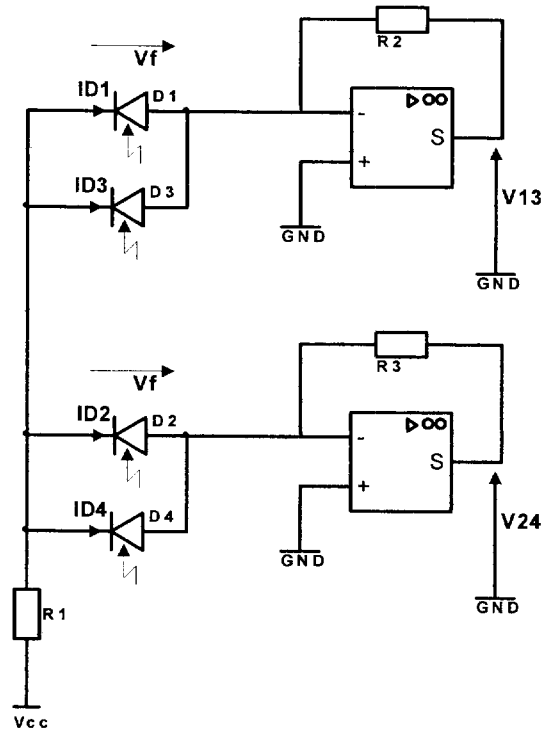


On considérera tout au long de l'étude que chaque photodiode reçoit un signal lumineux de longueur d'onde $\lambda = 780 \text{ nm}$. Les amplificateurs opérationnels sont alimentés en $+5 \text{ V}$ et -5 V et seront considérés parfaits.

B. ÉTUDE DES STRUCTURES

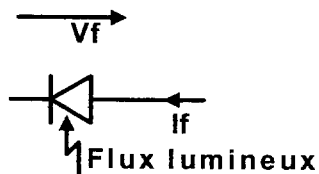
B.1. Étude de FP1 : conversion énergie lumineuse / énergie électrique

Schéma structurel de FP1

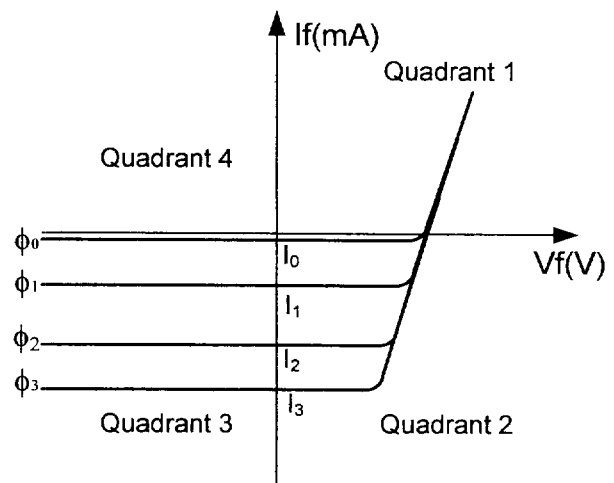


$$R2 = R3 = 10 \text{ k}\Omega ; V_{cc} = +5 \text{ V}$$

Symbole des photodiodes



Caractéristique des photodiodes



Question 1 : Justifier dans quel quadrant fonctionnent les photodiodes, et donner leur mode de fonctionnement.

Question 2 : Calculer la sensibilité des photodiodes à la longueur d'onde $\lambda = 780 \text{ nm}$. Vous devez justifier votre calcul, en indiquant les valeurs remarquables sur le **DOCUMENT RÉPONSE DR1**.

Question 3 :

a) Calculer l'intensité du courant, I_D , circulant dans une des photodiodes dans le cas où le flux lumineux Φ qu'elle reçoit est de :

- $\Phi_a = 10 \mu W$;
- $\Phi_b = 40 \mu W$;
- $\Phi_c = 70 \mu W$.

b) Si les flux Φ_1 à Φ_4 reçus respectivement par les photodiodes D_1 à D_4 sont les suivants :

$\Phi_1 = \Phi_3 = 70 \mu W$ et $\Phi_2 = \Phi_4 = 10 \mu W$ indiquer si la lentille de focalisation est trop basse, trop haute ou correcte. Donner la forme du faisceau.

c) Le signe de la grandeur $X = (I_{D1} + I_{D3}) - (I_{D2} + I_{D4})$ donne une information sur la position de la lentille, ceci permet d'asservir sa position par la commande de rotation d'un moteur.

Calculer la valeur de X dans les cas des flux reçus défini à la partie b). Donner son signe.

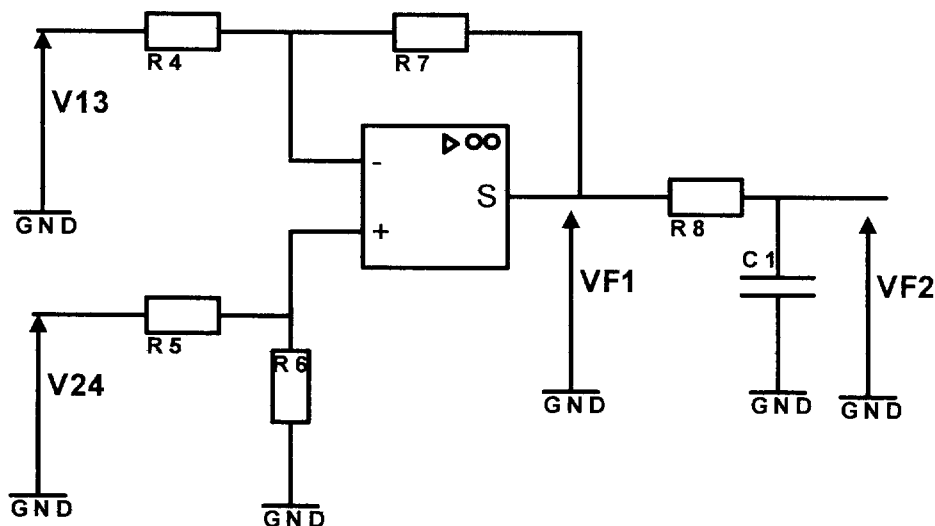
d) Compléter le tableau de synthèse du **DOCUMENT RÉPONSE DR2**.

Question 4 : Donner l'expression littérale de V_{13} et V_{24} en fonction des intensités circulant dans les photodiodes et des éléments de la structure.

B.2. Étude de FP2 : élaboration d'une information image de l'état de focalisation

La fonction FP2 permet de générer la tension $VF1$, à partir des tensions V_{13} et V_{24} , et représentera l'état de focalisation du faisceau laser sur la face réfléchissante du CD. La tension $VF2$ est la tension $VF1$ filtrée.

Schéma structurel de FP2 :



$$R7 = R6 = 174 \text{ k}\Omega ;$$

$$R4 = R5 = 32 \text{ k}\Omega ;$$

$$R8 = 1 \text{ k}\Omega.$$

Question 5 : Donner l'expression littérale de $VF1$ en fonction de V_{13} , V_{24} et des éléments de la structure.

Question 6 : En déduire l'expression littérale de $VF1$ en fonction de I_{D1} , I_{D2} , I_{D3} , I_{D4} et des éléments de la structure.

Question 7 : VF1 subit des oscillations, on va donc les éliminer à l'aide du filtre constitué des éléments R8 et C1. Nous obtiendrons alors la tension VF2, permettant l'asservissement de position de la lentille de focalisation.

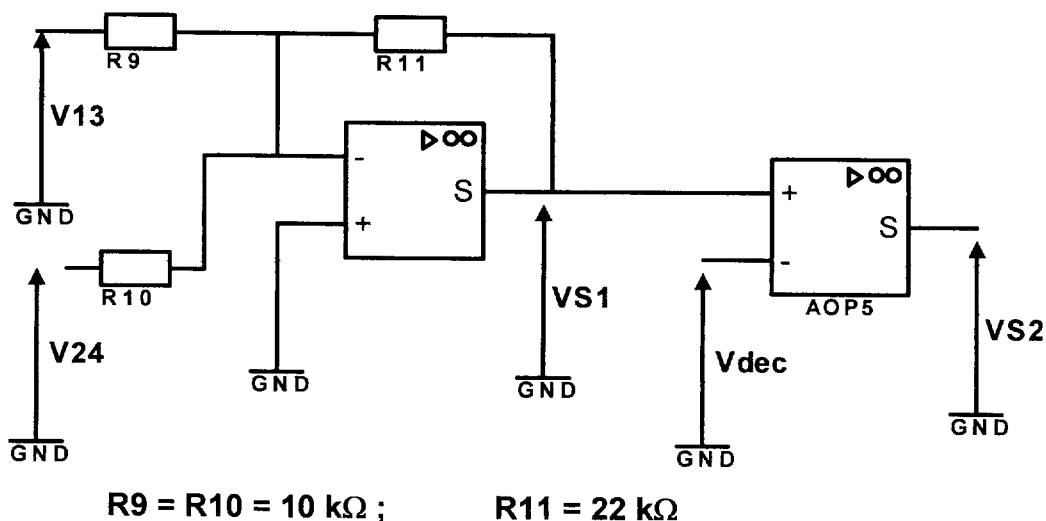
- Donner l'expression littérale de la fonction de transfert $\frac{VF2}{VF1}(j\omega)$ en fonction de R8 et C1.
- Proposer une valeur de C1 pour que la fréquence de coupure de ce filtre soit 16 kHz.
- Indiquer la nature du filtre utilisé (type, ordre).

B.3. Étude de FP3 : élaboration du signal de lecture

En entrée de la fonction FP3, les tensions V_{13} , V_{24} permettront l'obtention d'une tension analogique VS1 image de la lecture du support optique.

VS1 sera mise en forme pour obtenir un signal binaire VS2.

Schéma structurel de FP3 :



Question 8 : Donner l'expression littérale de VS1 en fonction de V_{13} , V_{24} et des éléments de la structure.

Question 9 : Calculer VS1 dans le cas où la focalisation est correcte :

- avec $\Phi = 10 \text{ }\mu\text{W}$ sur chaque photodiode (spot laser sur une micro-bosse du CD) et
- avec $\Phi = 40 \text{ }\mu\text{W}$ sur chaque photodiode (sur la surface réfléchissante du CD).

Question 10 : Quel est le mode de fonctionnement de l'AOP5 ? Justifier la réponse.

B.4. Étude des fonctions : conversion et décodage d'adresse

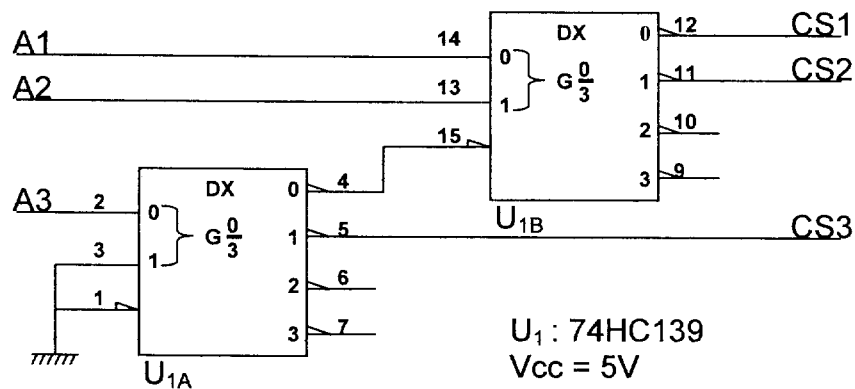
Le micro contrôleur de gestion établit la tension de décision V_{dec} à l'aide d'un convertisseur numérique/analogique (CNA) interne 8 bits fonctionnant en mode unipolaire.

Question 11 :

- Calculer le quantum du CNA pour $V_{ref} = 5\text{ V}$.
- Donner la valeur numérique décimale correspondant à V_{dec} égal à 2 V .

Le microcontrôleur de gestion doit lire régulièrement le flux d'information provenant du disque et en même temps gérer les autres fonctions (affichage, lecture des commandes, ...) ; chaque fonction est considérée comme une zone mémoire. En décodant les adresses fournies par le micro contrôleur, il est possible de sélectionner une fonction particulière.

Le décodage partiel des adresses est donné ci-dessous :



L'adresse de base en hexadécimal des fonctions est la suivante 03B0.

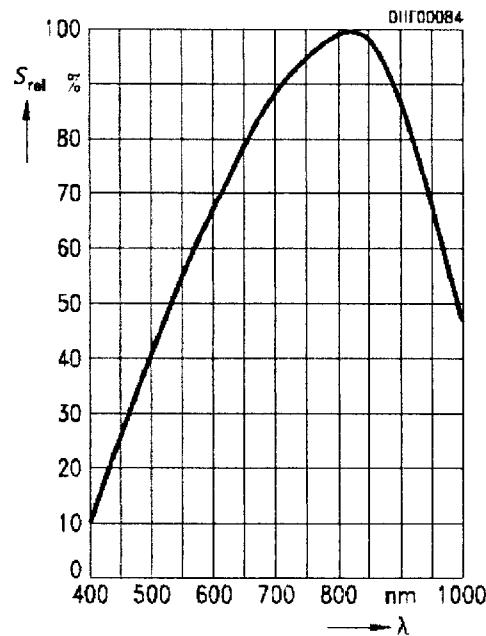
Les sorties CS1, CS2 et CS3 actives au niveau bas correspondent respectivement à la sélection du Convertisseur analogique-numérique (CNA), de la gestion des commandes et de l'affichage.

Question 12 : Compléter sur le **DOCUMENT RÉPONSE DR3**, l'adresse et la zone mémoire occupée par le convertisseur analogique-numérique. On pourra s'aider utilement de la documentation fournie pour le démultiplexeur 74 HC 139.

DOCUMENTS CONSTRUCTEURS

PHOTODIODES :

| Paramètre | Symbole | Valeur | Unité |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| Surface sensible | A | 5,5 | mm ² |
| Courant d'obscurité (VR = 5V) | I _o | 1 x 10 ⁻⁹ | A |
| Sensibilité spectrale, λ = 550 nm | S _λ | 0,4 | A/W |



DÉCODEUR / DÉMULTIPLEXEUR 139 :

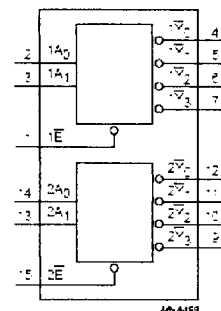
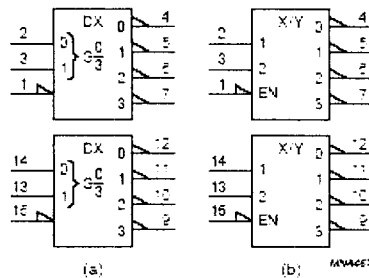
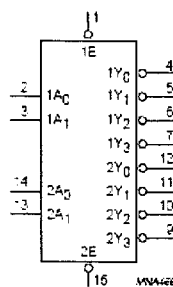
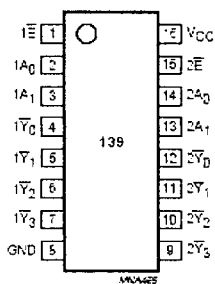


Fig.1 Pin configuration.

Fig.2 Logic symbol

Fig.3 IEC logic symbol.

Fig.4 Functional diagram

FUNCTION TABLE

See note 1.

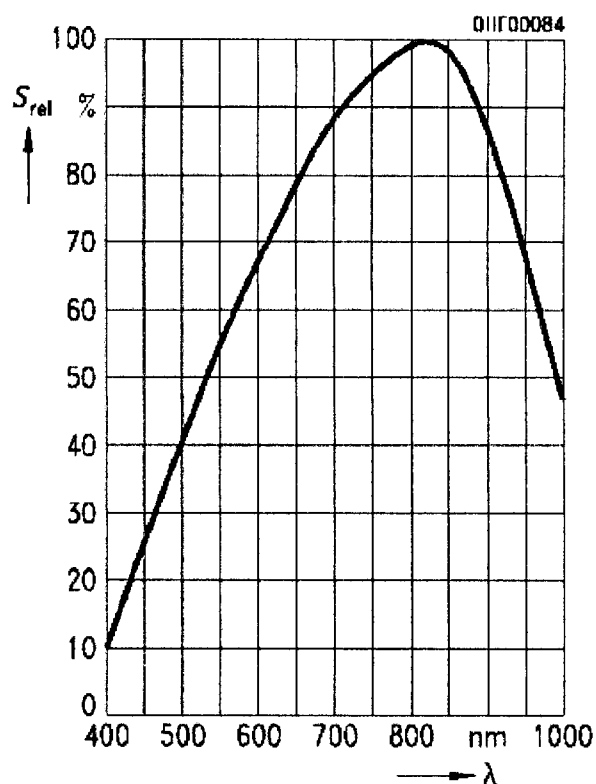
| INPUTS | | | OUTPUTS | | | |
|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| nE | nA_0 | nA_1 | nY_0 | nY_1 | nY_2 | nY_3 |
| H | X | X | H | H | H | H |
| L | L | L | L | H | H | H |
| L | H | L | H | L | H | H |
| L | L | H | H | H | L | H |
| L | H | H | H | H | H | L |

Note

1. H = HIGH voltage level;
L = LOW voltage level;
X = don't care.

DOCUMENTS RÉPONSES DR1 à DR3

DR1 :



DR2 :

| Flux reçu | Signe de X | Position de la lentille |
|--|------------|-------------------------|
| $\Phi 1 = \Phi 3 = 70 \mu W$ $\Phi 2 = \Phi 4 = 10 \mu W$ | | |
| $\Phi 1 = \Phi 3 = \Phi 2 = \Phi 4 = 40 \mu W$ | | |
| $\Phi 1 = \Phi 3 = 10 \mu W$ $\Phi 2 = \Phi 4 = 70 \mu W$ | | |

DR3 :

| Boîtier sélectionné | A15 à A4 (2 octets) | A3 | A2 | A1 | A0 | Adresses ou zone sélectionnée |
|----------------------------|---------------------|----|----|----|----|-------------------------------|
| Exemple de résultat fictif | 0000 0101 1111 | 0 | 1 | 1 | X | 05F6 et 05F7 |
| Convertisseur A/N | 0000 0011 1011 | | | | | |